第 38 卷第 3 期　　生　态　学　报　　Vol.38, No.3
2018 年 2 月　　ACTA ECOLOGICA SINICA　　Feb., 2018

DOI: 10.5846/stxb201612142571
马涛,郑江华,温阿敏,陈梦,刘忠军.基于 UAV 低空遥感的荒漠林大沙鼠洞群覆盖率及分布特征研究——以新疆古尔班通古特沙漠南缘局部为例.生态学报,2018,38(3):953-963.
Ma T, Zheng J H, Wen A M, Chen M, Liu Z J. Group coverage of burrow entrances and distribution characteristics of desert forest-dwelling *Rhombomys opimus* based on unmanned aerial vehicle (UAV) low-altitude remote sensing: A case study at the southern margin of the Gurbantunggut Desert in Xinjiang. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(3):953-963.

基于 UAV 低空遥感的荒漠林大沙鼠洞群覆盖率及分布特征研究

——以新疆古尔班通古特沙漠南缘局部为例

马　涛[1,2],郑江华[1,2,*],温阿敏[1,2],陈　梦[3],刘忠军[3]

1 新疆大学资源与环境科学学院,乌鲁木齐　830046
2 新疆大学智慧城市与环境建模普通高校重点实验室,乌鲁木齐　830046
3 新疆维吾尔自治区林业有害生物检疫局,乌鲁木齐　830001

摘要:草原鼠害是影响草原生态平衡的重要因素,草原鼠害监测是鼠害防治工作的重要环节。无人机低空遥感是一种新的鼠害监测方法,其具备高空间分辨率、高时效、低成本、低损耗等特点,在新疆鼠害监测防治方法中完成了示范工作。于 2015 年 10 月与 2016 年 5 月对新疆古尔班通古特沙漠南缘的荒漠林大沙鼠典型鼠害区进行两次无人机低空航拍,分别获取分辨率 0.02m 与 0.024m 的实验区超高分辨率影像,对两片实验区整幅影像进行目视解译,获得鼠洞分布情况;在鼠洞分布图基础上进行缓冲区分析并添加趋势线,获取鼠洞空间分布趋势,与研究区山体阴影图叠加分析鼠洞分布与地形间的相互关系。通过 GIS 格网与 GIS 叠加分析,获取鼠洞洞群覆盖率。得出如下结论:无人机低空遥感可以为大沙鼠鼠害调查提供准确度甚高的解译结果;古尔班通古特沙漠南缘局部研究区的荒漠林大沙鼠鼠害区洞群覆盖率分别为 19.4%、18.8%,已为高密度发生区;研究区大沙鼠鼠洞表现出明显的聚集特征和带状分布特征;聚集特征说明鼠洞是以洞群的形式存在;研究区鼠洞带状分布特征与地形有着密不可分的关系;根据其空间分布特征可以科学规划鼠害治理方案;此研究表明无人机低空遥感在鼠害监测防治方面具有广阔的应用前景。

关键词:无人机;低空遥感;大沙鼠;GIS 格网;空间分布趋势;洞群覆盖率

Group coverage of burrow entrances and distribution characteristics of desert forest-dwelling *Rhombomys opimus* based on unmanned aerial vehicle (UAV) low-altitude remote sensing: A case study at the southern margin of the Gurbantunggut Desert in Xinjiang

MA Tao[1,2], ZHENG Jianghua[1,2,*], WEN Amin[1,2], CHEN Meng[3], LIU Zhongjun[3]

1 *College of Resources and Environmental Science, Xinjiang University, Urumqi* 830046, *China*
2 *Key Laboratory of Xinjiang Smart City and Environment Modelling, Xinjiang University, Urumqi* 830046, *China*
3 *Forest Pest Control and Quarantine Bureau of XinJiang, Urumqi* 830001, *China*

Abstract: Grassland rodents are an important community component affecting the ecological balance of grasslands.

基金项目:新疆维吾尔族自治区治蝗灭鼠指挥办公室委托项目——新疆草原生物灾害遥感监测(21162316);新疆青年科技创新人才培养工程(2016);教育部创新团队项目(IRT1180)

收稿日期:2016-12-14;　　**网络出版日期**:2017-10-18

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: zheng_jianghua@126.com

Grassland rodent monitoring is also an important part of pest control. Unmanned aerial vehicle (UAV) low-altitude remote sensing is a new pest monitoring method, which has high spatial resolution, high efficiency, low cost, and low potential for loss. A demonstration project was conducted in Xinjiang to assess its potential as a rodent monitoring and control method. This project was conducted in October 2015 and May 2016 in a desert forest, which is the typical habitat of *Rhombomys opimus* in Xinjiang, near the southern edge of the Gurbantunggut Desert. A UAV low-altitude aerial survey was conducted in October 2015 and May 2016, 0.02m and 0.024m, respectively, to obtain ultra-high resolution images of the experimental area. The experimental area was divided into two sections for visual interpretation to determine the distribution and conduct a buffer analysis of gerbil holes, and to add a trend line to the gerbil-hole distribution map based on spatial distribution trend analysis and the relationship between the holes and topography in the mountain shadow map overlay. Using GIS grid and GIS overlay analysis, a coverage map of all gerbil holes was created. Based on the results, it was concluded that: UAV low-altitude remote sensing can provide highly accurate distribution information for *Rhombomys opimus*; the group coverage rate for *Rhombomys opimus* holes in the southern Gurbantunggut Desert forest zone was 19.4%, where 18.8% has been considered a high density; the research area for *Rhombomys opimus* exhibited accumulation and zonal distribution characteristics; characteristics of the distribution of *Rhombomys opimus* holes leading to burrows was obtained for the study area; the zonal distribution of *Rhombomys opimus* holes and topography were closely related; spatial distribution characteristics could be used for scientific planning of rodent control; and UAV low-altitude remote sensing has broad applications for rodent monitoring and control.

Key Words: UAV; low-altitude remote sensing; *Rhombomys opimus*; GIS grid; spatial distribution trends; hole group coverage

生态环境保护在丝绸之路经济带核心区——中国新疆的绿色发展中日益重要,鼠害作为危害新疆草原以及荒漠林的主要破坏者,严重危害到了新疆荒漠草原和荒漠林的生态安全和畜牧业生产。大沙鼠(*Rhombomys opimus*)是主要害鼠之一,主要分布在荒漠林,并以荒漠林植物的嫩根、嫩茎、树根基部为食,严重危害荒漠林中梭梭(*Haloxylon ammodendron*(C.A.Mey.)Bunge),红柳(*Tamarix ramosissima*)等植被的生长[1],荒漠林植被的衰败死亡导致荒漠沙化加剧。新疆鼠害发生区多在人烟稀少、交通不便的荒漠林、荒漠草原,危害面积大、鼠洞数量多,调查防治困难。传统人工地面调查监测方法费时费力,资金投入巨大,调查周期长,很难快速高效、全方面地反映鼠害的发生范围、发展动态、危害程度。同时,在本地区还缺少开展与鼠害有关地形、植被等影响因子关系的研究数据,无法及时有效地采用针对性的防治措施。导致新疆鼠害频发、分布面积进一步扩大、区域生态安全状况持续恶化,严重影响牧区经济发展。

因此,寻求新型的调查和监测方法对于鼠类危害的控制势在必行,在国内外已有学者探索将遥感监测技术应用于鼠害监测。轩俊伟等[2]采用三角翼飞行器进行鼠荒地航拍;李培先等[3]利用遥感卫星进行阿尔金山鼠荒地面积进行了遥感估算研究;温阿敏等[4]利用无人机低空遥感对鼠害进行航拍并尝试进行计算机自动解译;赵胜国等[5]利用鼠靶灭鼠剂飞机进行鼠害防治试验;Addink 等[6]利用高分辨率遥感在哈萨克斯坦进行鼠洞系统监测;黄建文等[7]利用 TM 影像,分析了天然梭梭林大沙鼠鼠害防治前后的土壤调节植被指数和植被生长状况。上述研究为利用卫星遥感进行鼠害防治管理和动态监测提供科学依据。本研究区大沙鼠洞口直径一般为 8cm 至 10cm,且有地表植被覆盖的遮挡,卫星遥感影像无法准确获取鼠洞信息,凸显出低空间分辨率的缺点。遥感卫星重访周期固定,利用卫星遥感影像数据进行鼠害调查的实时性、灵活性受到很大影响。

将无人机运用于新疆鼠害的调查与防治是一种新的研究思路。目前国内涌现出大量利用无人机作为遥感平台的科学研究项目。李冰等[8]利用无人搭载美国 Tetracam 公司生产的 ADC(Agricultural Digital Still Camera)Air 冠层多光谱相机对北京研究区内冬小麦覆盖度变化进行监测;高林等[9]采用八旋翼电动无人机

搭载索尼 Cyber-shot DSC-QX100 高清相机对北京冬小麦叶面积指数进行探测研究;张园等[10]利用“千里眼”小型无人机搭载索尼 DSC-T90 对临安市进行森林资源二类调查;冯家莉等[11]利用后推式固定翼无人机对英罗港港湾两侧红树林进行航拍,体现出无人机低空遥感在红树林信息提取及分类中的优势。众多的研究项目也体现出无人机低空遥感拥有在低空飞行航拍的显著优势(表 1),无人机低空遥感有效的弥补了卫星光学遥感和有人机航空摄影较易受到云层遮挡的缺陷,成为新型遥感重要的手段之一。无人机遥感能够灵活的获取多尺度、多时相的地面观测数据,可以更好的运用于新疆鼠害调查研究中。

表 1　卫星遥感及无人机遥感参数

Table 1　Satellite remote sensing and UAV remote sensing parameters

卫星 Satellite	空间分辨率/m Spatial resolution	时间分辨率/d Time resolution
Landsat 系列卫星 Landsat program	15、30	16
Modis 系列卫星 Modis satellite	250、500、1000	1
高分一号 Gaofen-1 satellite	2、8、16	4
高分二号 Gaofen-2 satellite	1、4	5
资源一号 CBERS-01	5、10	3—5
资源三号 Resources satellite	2.1、3.5、5.8	3—5
无人机遥感 UAV remote sensing	0.02、0.024	灵活、实时

传统人工调查是由工作人员采用一定得调查方法进行大面积地毯式调查[12]。对于营地面生活鼠种常用调查方法有:堵洞盗洞法、定面积捕尽法、夹夜(夹日)法[13]、洞口系数法[14-15]。以上调查方法均需要大量的地面工作作为支撑,很难与无人机低空遥感相结合。而洞群覆盖率调查方法可通过影像直接计算,可以很好的与无人机低空遥感影像结合,鼠害洞群覆盖率[16]即大沙鼠洞群(包括废弃洞群)占据土地面积为整个调查区面积的百分比。此指标可反映近期或稍远期大沙鼠对荒漠牧场的危害程度。计算鼠洞洞群覆盖率可以对鼠害危害程度进行评估,制定更加可靠有效的治理措施。

本文基于无人机低空遥感监测平台对新疆古尔班通古特沙漠南缘典型荒漠林大沙鼠鼠害区域进行两次航拍,利用无人机低空遥感影像计算研究区洞群覆盖率,划分研究区鼠害等级并分析鼠洞分布趋势。探讨低空遥感在大沙鼠空间分布和密度监测方面的有效性,并对该区域鼠害情况进行评定,为科学防治荒漠林大沙鼠危害提供依据。

1　材料与方法

1.1　研究区概况

研究区选择在新疆维吾尔自治区古尔班通古特沙漠南缘的荒漠林大沙鼠典型危害区,研究区受鼠害影响巨大,生态环境受到严重威胁。区内主要害鼠种类为大沙鼠(*Rhombomys opimus*),植被覆盖度在固定沙丘上可达 40%—50%,半固定沙丘上 15%—25%。植被多为梭梭(*Haloxylonammodendron*(C.A.Mey.)Bunge)、柽柳(*Tamarix chinensis* Lour.)、蛇麻黄(*Ephedra* sp)、盐爪爪(*Kalidiumfoliatum*(Pall.)Moq.)等,研究区内实际情况如图 1。此研究选择两块试验样地,第一实验区面积为 2.4km×1.5km、中心经纬度为 44.413°N,87.857°E,第二实验区面积为 1km×1km,中心经纬度为 44.583°N,88.160°E 如图 2。

1.2　无人机低空遥感

航拍选择固定翼无人机,型号为 DOPSV360 航摄无人机。抗风能力较强,能同时搭载多种遥感传感器。传感器分别使用索尼 NEX7 相机与索尼 ilce-7m 相机。两款相机均为专业级单反相机,其有效分辨率均可满足鼠洞航拍需求。重量也可满足 DOPSV360 航摄无人机载重要求,无人机及相机详细参数见表 2。




图 1 研究区实拍鼠洞

Fig.1 Real shot in the study area

表 2 航拍设备参数

Table 2 Aerial equipment parameters

航拍设备 Aerial equipment	项目 Project	参数 Parameter
DOPSV360	机身翼展、长、高	2000mm×1300mm×400mm
	最大起飞重量	5.5kg
	飞行海拔上限	5000m
	通讯半径	30km
	巡航速度	60—70km/h
	巡航时间	1.5h
	正常工作风力允许等级	4 级
索尼 NEX7 相机	传感器尺寸	35.9mm×24mm
	有效像素	2430 万
	最高分辨率	6000×4000
	重量	291g
索尼 ilce-7m 相机	传感器尺寸	23.4mm×15.6mm
	有效像素	3640 万
	最高分辨率	7360×4912
	重量	407g

1.3 实验方案

1.3.1 航拍数据采集

本文利用 DOPSV360 航摄无人机对新疆古尔班通古特沙漠南缘大沙鼠危害区进行两次低空航拍作业。飞行任务确定后,设计实验区飞行方案,确定航摄比例尺与提取鼠洞所需的地面分辨率。2015 年 10 月 12 日 13 点左右对第一实验区进行航拍,搭载索尼 NEX7 相机,空间分辨率为 0.024m,共获取 1632 张单幅影像。并在 2016 年 5 月 13 日 12 点左右对第二实验区进行航拍,搭载索尼 ilce-7m 相机,空间分辨率为 0.02m,共获取 1079 张单幅影像。航片航向重叠率控制在 60%—65%,旁向重叠率控制在 30%—35%,研究区航线设计如图 3。两次航拍均选择正午时刻,风力较小、天气晴朗、光线较好的时间段进行航拍工作,以保障飞行器飞行姿态的稳定和较少阴影,利于获得高质量的航片,野外航拍工作如图 4。无人机低空遥感航拍数据为单张相片,利用 Infor 软件将两个实验区的单幅照片进行影像拼接,并进行投影校正得到实验区整幅航片。航拍数据采集的基本流程如图 5 所示。

1.3.2 数据处理

得到实验区整幅航拍影像数据后,采取以人工目视解译的方式对采集的航拍影像进行解译。根据正射影像及测区实地调研情况,发现大沙鼠鼠洞洞口主要分布于沙丘、粘土和砾石 3 种类型的土地上。两幅不同实验区航拍影像上大沙鼠鼠洞表现出相似且明显的黑色斑块,黑色斑块周围有亮度较高的凸起沙堆。大沙鼠为群居动物,一窝大沙鼠拥有多个洞口,如图 6。结合以上特征建立实验区鼠洞解译标志,进行人工目视解译。

对目视解译后的鼠洞分布图设置缓冲区并添加趋势线,分析鼠洞在空间格局上的分布规律以及鼠洞间的相互关系。利用低空遥感影像提取 DEM 图像,提取研究区山地阴影与鼠洞叠加,分析鼠洞与地形的相关关系。并利用格网 GIS[17-18] 分析鼠洞洞群覆盖率。格网 GIS 方法是将格网作为 GIS 应用研究基本单位的一种

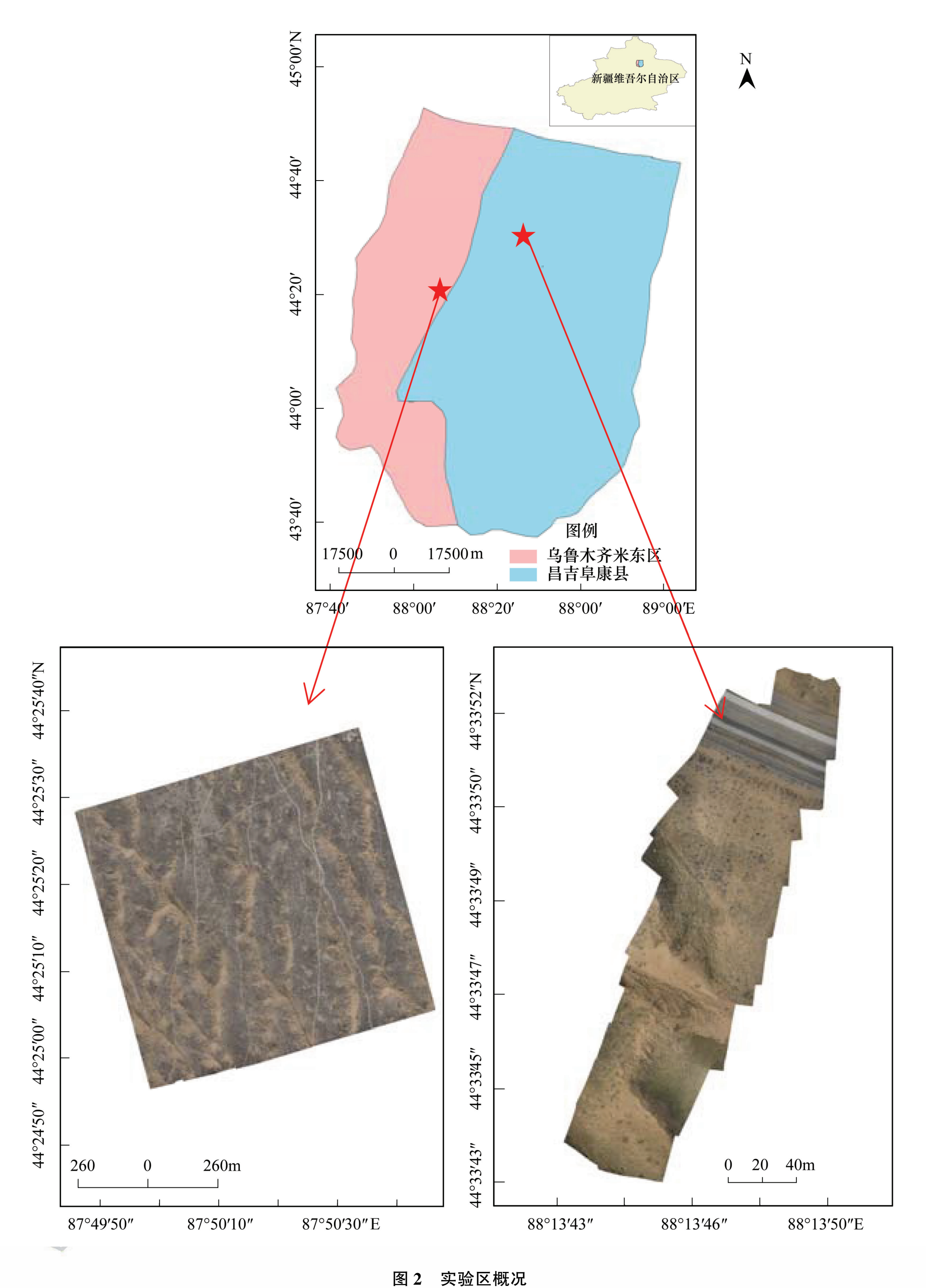


图 2　实验区概况

Fig.2　Experimental area

新型研究手段。根据实验区范围、格网评价技术要求,以及鼠洞分布特点,确定格网大小为 5m×5m。并采用 ArcGIS 软件的叠加分析功能,将鼠洞分布图和格网图进行叠加分析。叠加分析后,每一个鼠洞都被赋予了所在位置格网的标识码,利用空间统计分析功能统计含鼠洞的格网数。

1.4　鼠害危害等级划分

对研究区整幅影像进行目视解译后得到大沙鼠鼠洞总体个数及分布状况后,为判断研究区内大沙鼠的危

害程度,需进一步计算鼠洞洞群覆盖率。通过鼠洞洞群覆盖率对鼠害危害程度进行评估。洞群覆盖率计算公式为:

$$C = S_1 / S_2 \times 100\% \qquad (1)$$

式中,C 为鼠害危害区洞群覆盖率,S_1 为研究区内鼠洞所占面积,S_2 为研究区整体面积。

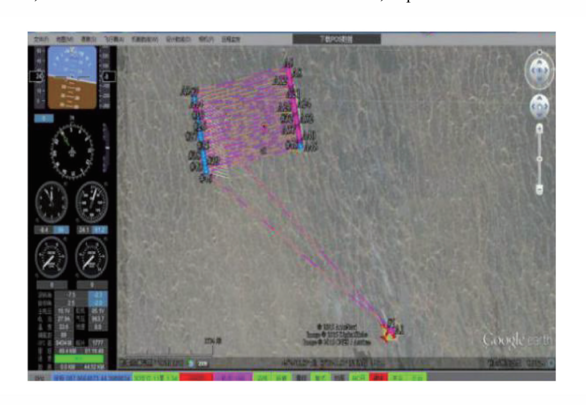


图 3　航线设计图

Fig.3　Route design

图 4　无人机航拍作业

Fig.4　UAV aerial work

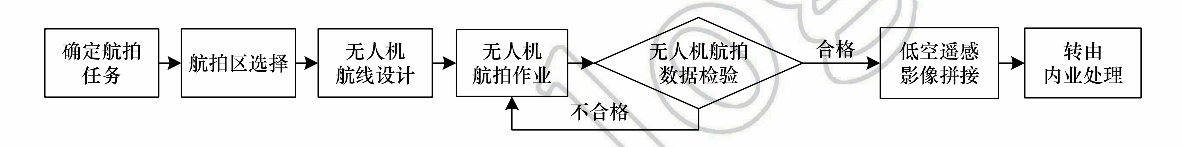


图 5　航拍数据采集流程

Fig.5　Aerial data acquisition process

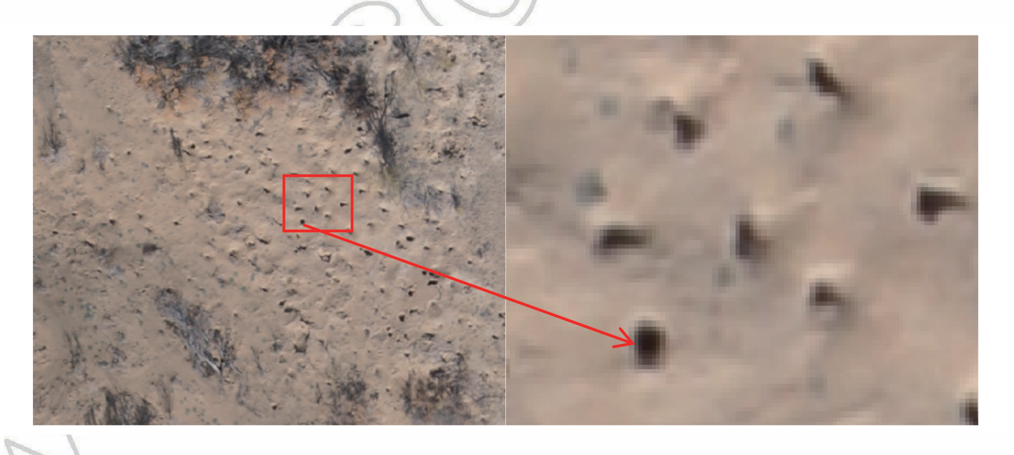


图 6　目视解译标志

Fig.6　Visual interpreting marks

大范围鼠洞面积难以测量,传统测量方式受人为因素影响,计算结果误差较大,本文利用 ARCGIS 软件空间分析功能,以均匀格网作为基本单元,用格网面积来代换鼠洞面积。

$$C = n_1 / n_2 \times 100\% \qquad (2)$$

式中,C 为鼠害危害区洞群覆盖率,n_1 为研究区内含鼠洞格网数,n_2 研究区整体格网数。

2　结果与分析

对研究区整幅影像进行目视解译并统计结果发现,第一实验区共有鼠洞 43125 个,第二实验区共有鼠洞

607 个(图 7)。

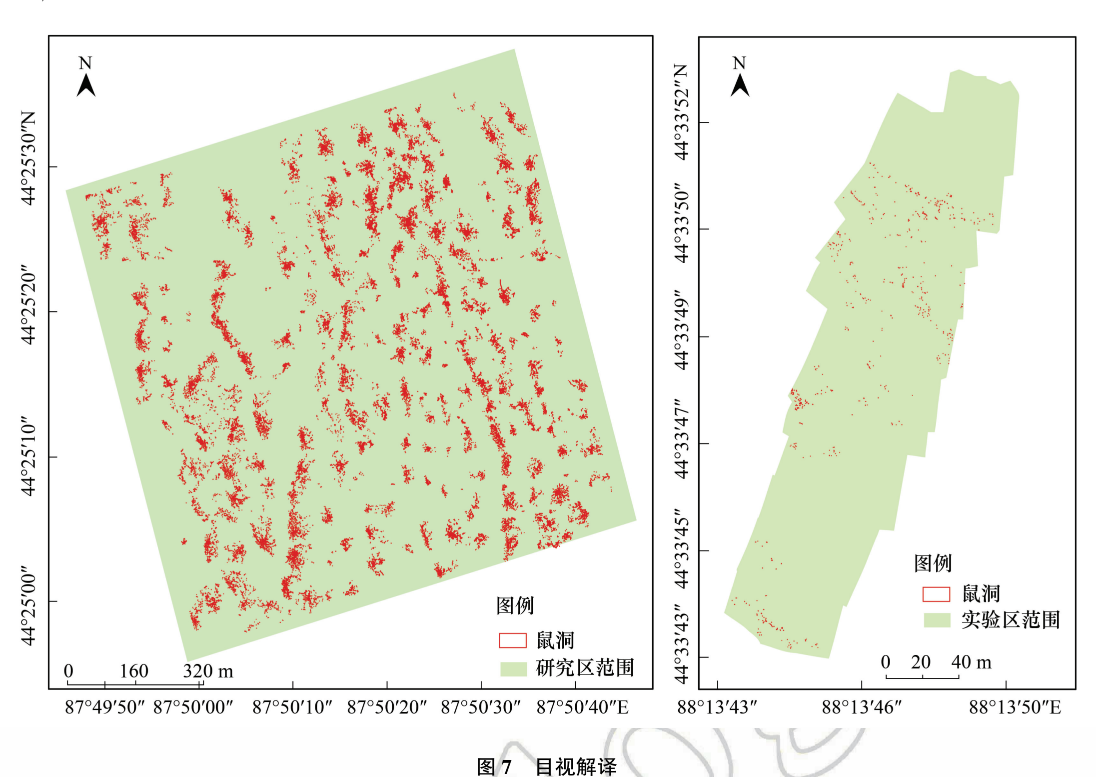


图 7　目视解译

Fig.7　Visual interpretation

对目视解译后的鼠洞分布图进行缓冲区分析,在鼠洞周围建立缓冲区,以探究其鼠洞之间的相互关系(图 8)。

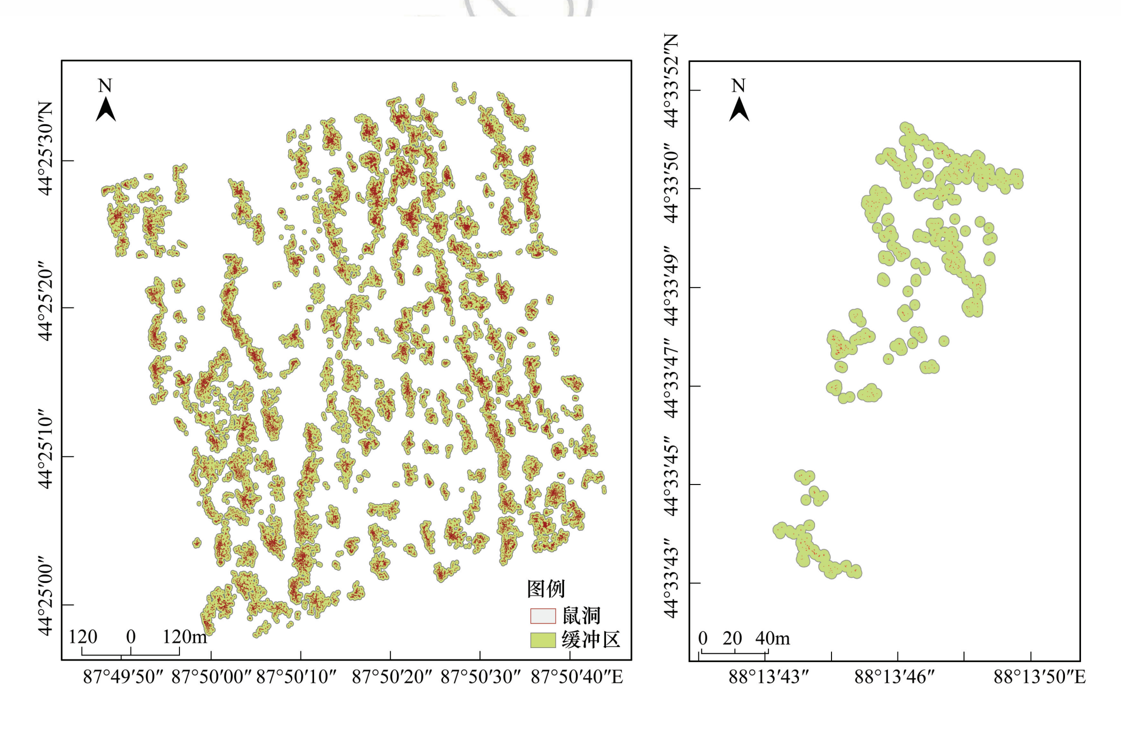


图 8　鼠洞缓冲区

Fig.8　Rat holes buffer

上图结果表明:建立缓冲区后鼠洞为成片状聚集。说明研究区内大沙鼠是以群居生活,且多形成一个完

整的鼠洞系统。

为探究研究区整体鼠洞的总体分布特征在鼠洞分布图上添加分布趋势线(图 9)。

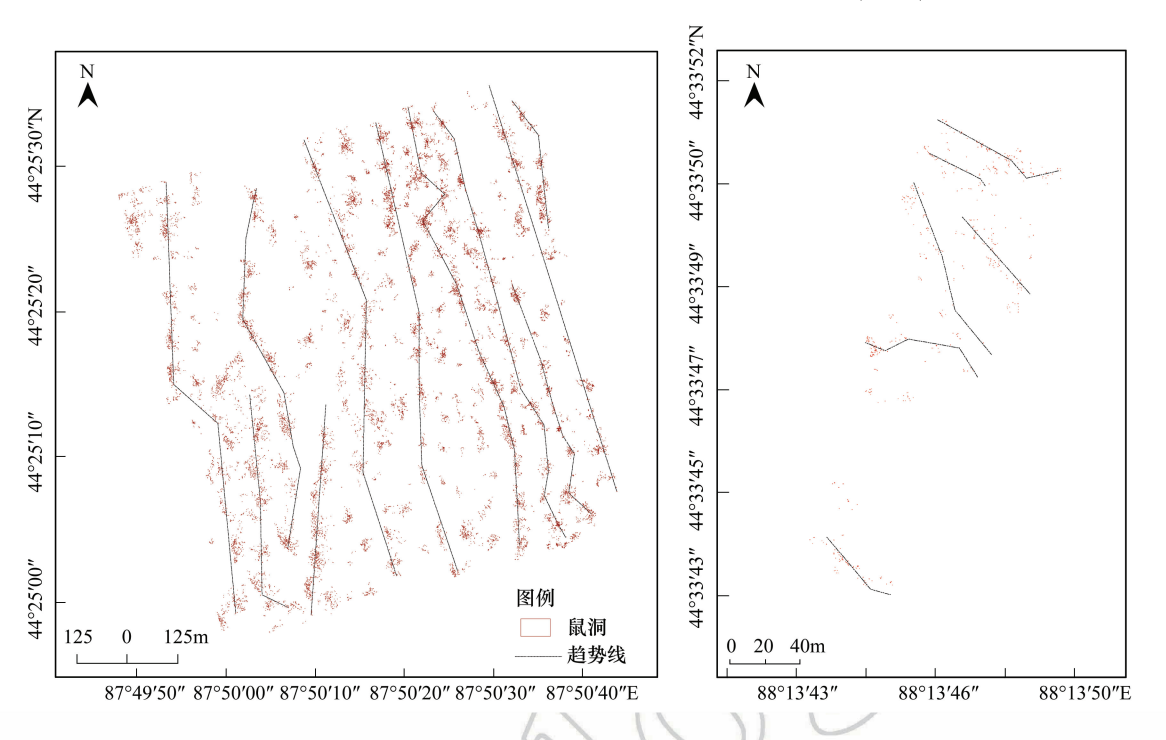


图 9 鼠洞分布趋势

Fig.9 Rat holes distribution trend

上图结果表明:研究区鼠洞在空间分布上呈现出明显的带状分布趋势。为深入探究导致研究区内的鼠洞带状分布规律的驱动因素,利用无人机低空遥感影像提取数研究区 DEM 图像。并利用 GIS 空间分析功能获取研究区山体阴影,将研究区山体阴影与鼠洞叠加(图 10)。

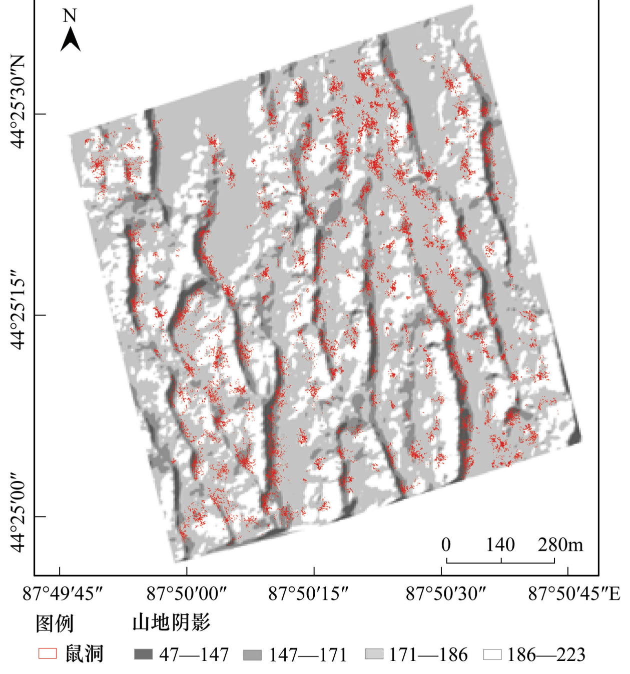


图 10 山体阴影与鼠洞叠加

Fig.10 The shadow of the mountain and mousehole superposition

上图结果表明:研究区内大沙鼠鼠洞沿地形呈现出带状分布趋势,说明研究区内鼠洞与地形有着密不可分的关系。

利用 GIS 格网方法分析研究区洞群覆盖率,在鼠洞分布图的基础上进行实验区格网化。剪裁后得到每个试验区的格网数目(图 11)。

第一实验区共建立 46413 个格网。第二实验区共建立 987 个格网。进行叠加分析后,统计出第一实验区含鼠洞的格网数为 9005 个,第二实验区含鼠洞的格网个数为 186。利用式(2)计算得出第一实验区洞群覆盖率为 19.4%,第二实验区洞群覆盖率为 18.8%。根据荒漠林大沙鼠监察调查办法(新疆维吾尔自治区地方标准 DB65)中规定的大沙鼠发生危害程度分级标准(表 3),将荒漠林大沙鼠危害程度按洞群覆盖率分为低密度、中等密度、中高密度、高密度、猖獗 5 个等级。

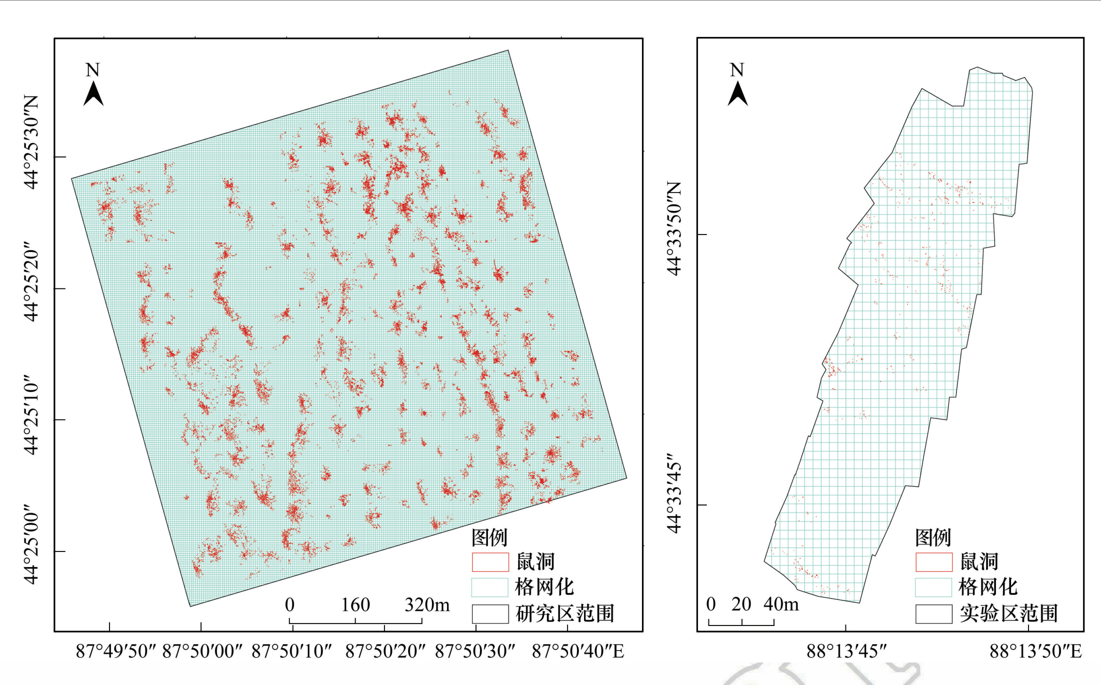


图 11　实验区内格网

Fig.11　Experimental zone grid

表 3　鼠害等级划分

Table 3　Rat hierarchies

发生程度 Occurrence degree		受害株率 Y Rate of damaged plant	洞群覆盖率 C/% Hole group coverage	秋季鼠密度/(只/ hm²) Autumn rat density	防治措施 Prevention measures
植物受害率 Plant injury rate	鼠密度 Rat density				
轻度 Mild	低密度	10<Y≤30	0< C ≤5	<20	无需防治
	中等密度		5< C ≤10	<40	天敌防治
中度 Moderate	中高密度	30<Y≤60	10< C≤15	<60	密切监测
重度 Severe	高密度	Y >60	15< C≤20	<80	天敌防治
	猖獗		C >20	>80	无需防治

两个研究区的洞群覆盖率均在 15%至 20%之间。根据鼠洞洞群覆盖率划分标准,古尔班通古特沙漠南缘的荒漠林的大沙鼠典型危害区的鼠害程度为高密度鼠害,需要进行积极有效的防止措施。

3　讨论

3.1　无人机在鼠害调查中的运用

新疆鼠害严重发生区大多位于人迹罕至的区域,在实际基层鼠害调查工作中,基层单位多采取传统人工地面调查。贾举杰等[14]利用洞口系数法计算样地内各狭颅田鼠的洞群数量,并分析内蒙古典型草原区狭颅田鼠集群数量与被捕食风险的相互关系,施大钊和张耀星[19]、冯文武和 阿地力·沙塔尔[20]也对草原群聚鼠类洞口数量抽样方法的探讨。这些调查方法在大面积的鼠害调查中调查速度慢,监测信息滞后,调查人员主观性导致数据统计难等问题。地面堵洞、布夹等调查方法需参与的地面工作量十分巨大,极难与遥感影像结合。在高速发展的今天,仅依靠传统的人工调查早已难以满足鼠害信息的调查更新,而洞群覆盖率不需大量的地面工作就可反应近期或稍远期大沙鼠对荒漠牧场的危害程度,较易与无人机低空遥感结合研究荒漠林鼠害程度。

部分学者尝试运用卫星遥感影像尝试对草原鼠害进行统计调查,徐正刚等[21]运用 MODIS 遥感影像提取洞庭湖区的植被指数,并根据植被指数变化评估该区域东方田鼠大暴发的危害。此研究反映出遥感影像较低

的空间分辨率无法直接对鼠洞进行统计,只能依靠植被指数等其他参数推算鼠害程度,无法直接判定鼠害程度,而高分辨率定制影像收费昂贵。因此此方法较适宜于鼠类种群变化剧烈且植被单一的区域,适用性差。黄建文等[7]利用 TM 影像,对比天然梭梭林大沙鼠鼠害防治前后的土壤调节植被指数,确定该研究区植被生长状况,判断鼠害防止效果。在其数据选择过程中,云层遮挡是极为致命的影响,遥感卫星固定的重访周期,这也极大的影响了鼠害调查的灵活性与影像时相的统一。众多不足也使基层生产单位难以将遥感卫星影像运用于实际鼠害调查工作当中。

本文利用无人机低空遥感对新疆维吾尔自治区古尔班通古特沙漠南缘的荒漠林大沙鼠典型鼠害区进行航拍,获取空间分辨率为 0.02m 与 0.024m 的超高空间分辨率影像。在航拍工作中进行的航线设计主要包括:航拍飞行路线、航高、相机参数 3 个方面。航线设计时应注意起降点的选择:尽量选择无高大建筑物遮挡、电线、烟囱等有障碍物的区域,避免障碍影响无人机安全飞行以及减少信号遮挡。无人机低空遥感运用于地面鼠害调查对于天气要求较多,地面植被阴影会影响到影像的目视解译精度,因此航拍时间应选择正午时刻,风力较小、天气晴朗、光线较好的时间段进行,以保障飞行器飞行姿态的稳定和较少阴影,利于获得高质量的航片。对航拍影像目视解译后进行 GIS 格网化与叠加分析,计算后获得鼠洞洞群覆盖率,第一实验区洞群覆盖率为 19.4%、第二实验区洞群覆盖率为 18.8%。按照大沙鼠发生危害程度分级标准判定,新疆古尔班通古特沙漠南缘研究区内的荒漠林大沙鼠典型鼠害区为高密度发生区。应针对高密度发生区因积极进行天敌防治和药物防治。两个研究区对比验证了利用无人机低空遥感影像计算洞群覆盖率的准确性,从侧面也验证了运用无人机低空遥感在鼠害分析方面的普适性,可以运用与不同区域,不同面积的鼠洞调查中。相比传统人工地面调查鼠洞数量,利用无人机低空遥感影像进行目视解译统计可以大大提高鼠洞调查的速度与准确度,减少不同个体的主观性判断对整体鼠害数量统计的影响。在无人机航拍基础上可随机对研究区域采用堵洞盗洞等方法确定研究区有效洞口数。还可辅助进行地面调查法,对航拍影像不清晰目视难以判读的区域进行地面补充调查。

3.2 鼠洞分布特征与地形相互关系

通过提取的鼠洞矢量数据进行缓冲区分析可以获得鼠洞分布的空间特征,鼠洞缓冲区图中的鼠洞分布具有明显的聚集特征,鼠洞大多为成片或成条、且其鼠洞多以鼠洞系统的形式分布于鼠害区,若干鼠洞构成一个鼠洞系统。对于大沙鼠的防治和调查也因以洞群系统为单位,可以有效的提高鼠害防治效率。

在鼠洞分布图中添加趋势线后,研究区内鼠洞具有明显的呈带状分布特征,将地形特征与鼠洞矢量图叠加后可以看出,研究区内鼠洞多分布于坡地上,地势平坦处鼠洞数量远远少于坡地上的鼠洞数量,因此可以得出研究区鼠洞带状分布特征与当地的地形结构有着密不可分的关系,也说明该研究区大沙鼠有着在沙坡上筑穴的生活习性。在鼠害的的防治过程中可以根据鼠洞的带状空间分布特征以及其群居特征,可以对研究区进行针对性药物防治,减少大面积药物碰洒防治所造成的巨额费用与生物毒素累积等情况。在布设弓形铗、平板铗、高原鼠兔铗等工具防治鼠害时也可根据其空间分布趋势进行布设,提高鼠害防治效率。

4 结论

本文对无人机低空遥感在新疆草原鼠害中的运用进行了尝试,并且对无人机低空遥感影像进行了处理分析得到以下结论:

新疆古尔班通古特沙漠南缘的荒漠林的大沙鼠典型危害区鼠洞洞群覆率达到 18.8%—19.4%为高密度鼠害区,急需进行科学有效的鼠害防治。且研究区鼠洞空间分布多呈现聚集特征,且具有明显的带状空间分布特征,其空间分布特征与地形有着紧密的关系。

无人机低空遥感与传统的人工地面调查相比具有的众多优势,无人机所获取的低空遥感影像可通过 GIS 软件目视解译获取鼠洞的分布位置以及个数,并计算研究区鼠洞洞群覆盖率。大大提高了调查效率。因此将无人机低空遥感影像运用到鼠害调查与防治中具有很好的应用前景。本次实验也成功的证实无人机低空遥

感完全可以胜任鼠害调查工作,为草原、林业鼠害调查防治提供新的思路。

参考文献(References):

[1] 盛兆湖, 陈梦, 刘忠军, 刘萍, 廖力夫, 杨永刚. 新疆昌吉州荒漠林鼠(兔)害灾害损失评估指标重要性研究. 中国森林病虫, 2015, 34(1): 14-17, 22-22.

[2] 轩俊伟, 郑江华, 倪亦非, 穆晨. 基于动力三角翼平台的草原鼠害遥感监测研究. 中国植保导刊, 2015, 35(2): 52-55.

[3] 李培先, 郑江华, 倪亦非, 吴建国, 吾买尔·吾守, 艾合买江·阿吉, 那松曹克图. 阿尔金山草地鼠害发生区及鼠荒地面积遥感估算. 新疆农业科学, 2016, 53(7): 1346-1355.

[4] Wen A M, Zheng J H, Mu C, Lin J, Li P X. Application of delta-wing airplane remote sensing system with dual-camera in mapping vegetation fraction//Proceedings of the 23rd International Conference on Geoinformatics. Wuhan, China: IEEE, 2015.

[5] 赵胜国, 张国臣, 杨静莉, 曹广成, 刘景泉, 韩静波. 鼠靶灭鼠剂飞机防治害鼠试验. 中国森林病虫, 2016, 35(1): 38-40.

[6] Addink E A, De Jong S M, Davis S A, Dubyanskiy V, Burdelov L A, Leirs H. The use of high-resolution remote sensing for plague surveillance in Kazakhstan. Remote Sensing of Environment, 2010, 114(3): 674-681.

[7] 黄建文, 鞠洪波, 特木钦, 宋钢, 赵胜国. 阿拉善左旗天然梭梭林鼠害防治的遥感监测. 林业科学, 2004, 40(3): 107-110.

[8] 李冰, 刘镕源, 刘素红, 刘强, 刘峰, 周公器. 基于低空无人机遥感的冬小麦覆盖度变化监测. 农业工程学报, 2012, 28(13): 160-165.

[9] 高林, 杨贵军, 李红军, 李振海, 冯海宽, 王磊, 董锦绘, 贺鹏. 基于无人机数码影像的冬小麦叶面积指数探测研究. 中国生态农业学报, 2016, 24(9): 1254-1264.

[10] 张园, 陶萍, 梁世祥, 梁万里. 无人机遥感在森林资源调查中的应用. 西南林业大学学报, 2011, 31(3): 49-53.

[11] 冯家莉, 刘凯, 朱远辉, 李勇, 柳林, 蒙琳. 无人机遥感在红树林资源调查中的应用. 热带地理, 2015, 35(1): 35-42.

[12] 倪亦非. 新疆草地鼠害监测若干问题的思考. 新疆畜牧业, 2007, (S1): 7-8.

[13] 李伟元. 夜夹法调查鼠情应注意的技术问题. 青海农技推广, 2007, (2): 24-24.

[14] 贾举杰, 李锋, 倪亦非, 徐云虎, 青格勒图, 贺兵, 毕力格巴雅尔, 朝格吉勒玛, 乌日格木勒. 内蒙古典型草原区狭颅田鼠集群数量与被捕食风险的关系. 生态学报, 2016, 36(24): 8128-8135.

[15] 林永烈. 草原啮齿动物数量的洞口统计法. 动物学杂志, 1975, (1): 41-42.

[16] 王思博, 孙玉珍, 赵新春. 准噶尔荒漠沙鼠 *Rhombomys opimus* Licht.种群密度调查方法. 地方病通报, 1998, 13(3): 81-83.

[17] 丁志雄, 李纪人, 李琳. 基于 GIS 格网模型的洪水淹没分析方法. 水利学报, 2004, (6): 56-60+67.

[18] 黄诗峰, 徐美, 陈德清. GIS 支持下的河网密度提取及其在洪水危险性分析中的应用. 自然灾害学报, 2001, 10(4): 129-132.

[19] 施大钊, 张耀星. 草原群聚鼠类洞口数量抽样方法的探讨. 内蒙古农牧学院学报, 1992, 13(3): 30-34.

[20] 冯文武, 阿地力·沙塔尔. 昌吉市荒漠林鼠害种类调查及其防治技术研究. 防护林科技, 2014, (2): 8-11, 13-13.

[21] 徐正刚, 赵运林, 李波, 张美文, 王勇. 基于 MODIS 植被指数评估洞庭湖区东方田鼠大暴发的危害. 生态学报, 2014, 34(23): 7101-7109.